

12/11-73

58000

Følgende oversikt over snøskredproblemer og snøskredsikring langs Canadian Pacific Railway og Trans Canada Highway gjennom Rogers Pass, utgjør en del av en rapport til Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd i forbindelse med min deltakelse i den 22. internasjonale geografikongress i Canada sommeren 1972.

Besøket i Rogers Pass falt utenom selve kongressen og de arrangementer som var knyttet til denne. Av hensyn til mitt arbeid med snøskredproblemer her hjemme, fant jeg det imidlertid naturlig å kombinere et slikt besøk med kongressdeltakelsen.

Utgiftene ble i det alt vesentlige dekket av Universitetet i Oslo og NTNF.

Oslo i mars 1973


G. Ramsli

SNØSKREDPROBLEMER OG SNØSKREDSIKRING I ROGERS PASS

Rogers Pass ligger i Glacier National Park i British Columbia. Passet fører gjennom den nordlige del av Selkirk Mts, en ca. 400 km lang nord-sør-gående fjellkjede vest for Rocky Mts. Selve passet danner en ca. 4 km lang gjennombruddsdal med høyeste punkt 1320 m o.h. I nord er passet forbundet med Beaver Rivers dalføre. I sør går det over i Illecillewaet-dalen (se kartbilag 1 og 2).

Både Beaver River og Illecillewaet er bielver til Columbia River, som her først renner nordover langs østsiden av Selkirk-kjeden og så sørover langs vestsiden. Omløpet i nord - ca. 100 km nord for Rogers Pass - kalles The Big Bend.

Under byggingen av Canadian Pacific Railway's transkontinentale jernbanelinje i siste halvdel av forrige århundre, var det opprinnelig meningen å følge The Big Bend. For om mulig å finne en kortere og billigere trasé, ble det imidlertid bestemt at Selkirk-kjeden skulle undersøkes nærmere, og etter flere forsøk på å finne en egnet overgang, ble passet oppdaget fra Illecillewaet-siden i mai 1881 av en ekspedisjon ledet av major B.A. Rogers. Fra Beaver River-siden ble passet nådd året etter.

Arbeidene med å føre jernbanen gjennom passet ble påbegynt i 1884, og strekningen ble åpnet for regulær trafikk i juni 1886. Allerede under anleggstiden viste det seg at traséen var sterkt utsatt for snøskred, både i selve passet og på begge sider av dette. Skredene krevde flere menneskeliv og forårsaket store materielle skader. På grunn av skredfaren ble den opprinnelig planlagte trasé delvis lagt om, og linjen ble forsøkt sikret ved hjelp av en rekke overbygg.

I de følgende 30 år gikk vintertrafikken gjennom Selkirk Mts under meget farlige og usikre forhold. Skredene førte etter hvert til så mange ulykker, skader og forsinkelser at selve passet til slutt måtte oppgis. På den mest utsatte strekningen ble banen lagt i en ca. 8 km lang tunnel, som ble tatt i bruk i 1916 og erstattet ca. 5 km skredoverbygg og reduserte linjens høyeste punkt med 165 m.

Noen år senere begynte planen om også en transkontinental vei å ta form. I British Columbia var det på ny Selkirk Mts som bød på et av de største problemer. På grunn av skredfaren og vanskelige terrengforhold, fant en at veien ikke kunne legges gjennom Rogers Pass, men at den måtte følge The Big Bend. Arbeidene ble påbegynt i 1928, og i 1940 ble veien åpnet for trafikk. Det viste seg imidlertid snart at den ikke tilfredsstilte kravene til den stadig økende trafikk. Den var smal, uten fast dekke og omveien langs The Big Bend forlenget kjøretiden vesentlig.

I 1953 ble det derfor bestemt at en igjen skulle undersøke mulighetene for å få lagt veien gjennom passet. Snø- og skredforholdene ble undersøkt nærmere. I alt ble det langs en strekning på ca. 50 km funnet mellom 70 og 80 steder hvor større snøskred kunne komme ned (kartbilag 3). For å få vurdert forholdene ytterligere, ble eksperter - bl. a. fra Sveits - tilkalt.

Efter disse forutgående undersøkelser ble det i 1956 bestemt at veien skulle legges gjennom passet. Selv om jernbanen tidligere hadde måttet oppgi den vanskeligste strekningen, mente en nå at en med moderne snøryddingsutstyr, bedre kjennskap til snøskredenes mekanikk, årsakene til skredutløsning og langt større erfaring når det gjaldt sikringsmetoder, ville kunne mestre problemene.

Veiarbeidet ble påbegynt i 1959 og fullført i 1962. Dermed var den siste og en av de vanskeligste parseller av Trans Canada Highway fullført.

For å sikre veien og trafikken mot snøskred ble det bygget overbygg, bremsekjegler, ledemurer og fangdammer. Sikringsarbeidene ble utført der hvor det på grunnlag av tidligere observasjoner var blitt konstatert at store skred ville komme ned på veien minst én gang hver vinter.

Det ble oppført ni betongoverbygg med en samlet lengde på noe over 1300 m. Ved to av skredstedene ble det bygget bremsekjegler og ved to andre fangdammer. Ledemurene ble i det vesentlige oppført i forbindelse med overbyggene for å lede snømassene over disse.

12/11-73

5000 Sveriskt över snöskredproblemer, Rogers Pass, Kanada

Det viste seg imidlertid snart at de arbeider som var utført ikke svarte til forventningene. Flere av overbyggene var for korte, ledemurene for små og bremseforbygningene hadde ofte liten effekt overfor skred som førte tørre snømasser. Dessuten viste det seg å gå atskillig flere og større skred enn opprinnelig antatt.

I begynnelsen av 60-årene ble det derfor - etter at en hadde funnet at fortsatt overbygging av veien ville bli altfor kostbar - bestemt at sikringen av trafikken hovedsaklig skulle baseres på kontinuerlig overvåking og kunstig utløsning av skredene.

Under Department of Indian Affairs and Northern Development ble det opprettet en egen avdeling, Snow Research and Avalanche Warning Section (SRAWS), som fikk i oppdrag å bygge opp og drive et varslings- og sikringsprogram for hele veistrekningen gjennom Glacial National Park.

SRAWS' hovedkvarter ble lagt til Rogers Pass. Som Leder (Senior Avalanch Analyst) ble ansatt en østerriker, Mr. V. Schleiss. Bemanningen forøvrig er nå (1972) fire helårsansatte, samt et ekstramannskap på fire i vinter sesongen.

For å skaffe de nødvendige opplysninger om snø- og snøskredforholdene, er det blitt opprettet åtte observasjonsstasjoner. Hovedstasjonen, "Rogers Pass study area" (1)^{*)} ligger i selve passet ca. 1300 m o.h. To fjellstasjoner, "Mount Abbot study area" (2) og "Mount Fidelity study area" (3) ligger ca. 15 km fra hverandre på hver sin side av Illecillewaet-dalen. Begge ligger ca. 1000 m over dalbunnen og er representative for snø- og værforholdene i de høyder hvorfra de fleste skredene løsner. De er bemannet gjennom hele vinteren og står i radiotelefonforbindelse med hovedstasjonen. Det er bygget egne veier opp til dem, som om vinteren kan kjøres med "snowcats" og om sommeren med bil. Som et supplement til stasjonen i selve passet, er det opprettet en stasjon, "Glacier study area" (4), øverst i Illecille-dalen.

^{*)} Stasjonene er avmerket og nummerert på kartbilag 1.

Ved disse stasjonene eller "study areas", utføres det gjennom hele vinteren en rekke observasjoner og undersøkelser. Ved siden av vanlige meteorologiske observasjoner, måles hver dag bl.a. total snødybde og nysnødybde. To ganger hver måned foretas mer inngående undersøkelser av snødekket. Undersøkelsene er i det vesentlige lagt opp etter sveitsisk mønster, slik disse drives ved de sveitsiske snøskredobservasjonsstasjoner. Ved siden av opptakelse av ram,- sjikt og temperaturprofil, legges det stor vekt på undersøkelser av snødekkets stabilitet.

Begge fjellstasjonene er utstyrt med laboratorier, hvor det tas inn snøprøver fra forskjellige steder innen observasjonsområdet. I laboratoriet utsettes prøvene for skjærpåkjenninger for å få konstatert eventuelle skredfarlige glidesjikt og glideflater. Resultatene etterprøves ute i observasjonsområdet og, hvis nødvendig, også i nærliggende skreds løsnedområder.

De fire andre observasjonsstasjonene er enklere. To av dem, "Round Hill" (5) og "Mac Donald West Shoulder" (6), er selvregistrerende telemetriske stasjoner som flere ganger i døgnet sender opplysninger til hovedstasjonen om vind, lufttemperatur og luftfuktighet. Begge er plassert så høyt oppe i dalsiden at de er representative for forholdene i skredenes løsnedområder. De to andre er dalstasjoner. Den ene, "Park East Gate" (7), ligger ved nordøstgrensen av Glacier National Park, ca. 20 km nord for Rogers Pass, mens den andre, "Park West Gate", ligger ved sørvestgrensen av Revelstoke National Park, ca. 50 km sørvest for passet. Begge er enkle supplementstasjoner som bare drives i vintersesongen.

Vinterens varighet i Rogers Pass og nærliggende områder er 160-170 dager. Normalt synker døgnmiddeltemperaturen under 0°C i siste halvdel av oktober og passerer igjen 0° omkring midten av april (fig. 1 og 2)*). I selve passet ligger snøen til begynnelsen av juni og i høyreliggende områder til ut i juli (fig. 3).

I de årene det har vært tatt observasjoner, har vinteren 1971/72 vært en av de snørikeste med maksimal snøhøyde på 319 cm nede i passet og 493 cm ved Mt Fidelity (fig. 3 og tab. 1)*). Sommert nysnøhøyde var

*) Figurene og tabellene er tatt fra SRAWS' s Annual Report 1971-72.

samme vinter henholdsvis 591 in. (ca. 1500 cm) og 783 in. (ca. 2000 cm), not normalt 401 in. (ca. 1020 cm) og 646 in. (ca. 1640 cm) (tab.2).

Varslingen og den kunstige utløsningen av snøskredene er dels basert på de erfaringer som er innsamlet i løpet av den tid SRAWS har operert i området, og dels på de observasjoner som kontinuerlig drives gjennom vinteren. Overvåkingen omfatter omkring 160 skred på en strekning av ca. 44 km.

I tilfelle forholdene blir slik at det kan ventes mindre skred, varsles trafikantene om dette. Veien stenges ikke, men det gjøres oppmerksom på at det kan være en viss fare, og det advares mot unødig stans langs de utsatte partier.

Blir det konstatert større snøansamlinger og en ustabil oppbygging av snødekket i skredenes løsnemråder (hovedsaklig basert på data fra fjellstasjonene), forsøker en å utløse skredene kunstig ved å skyte snømassene ned. Veien blir da stengt for all trafikk og Canadian Pacific Railway blir også varslet, slik at tog på vei til passet kan stanses.

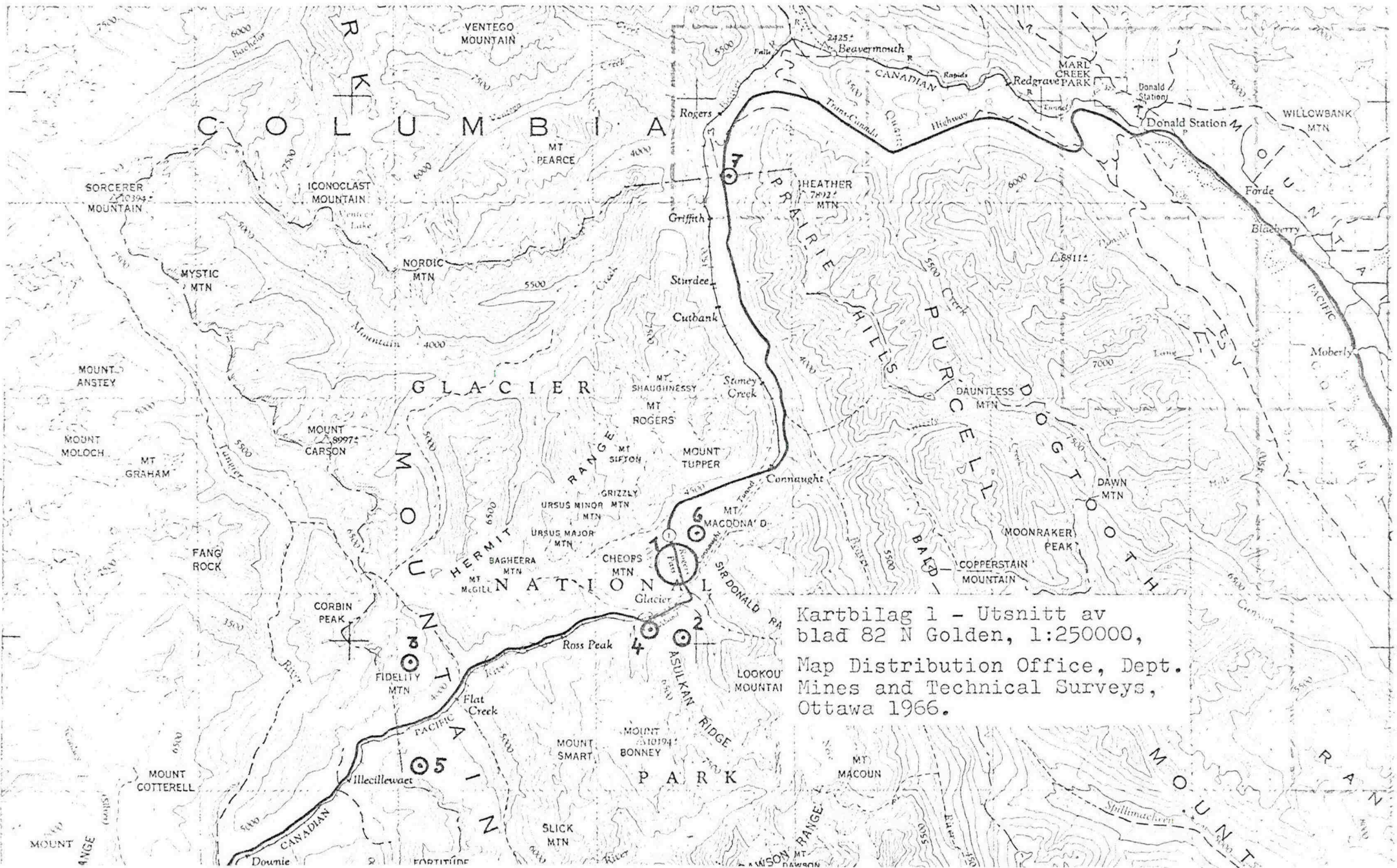
Nedskytingen foregår fra bestemte standplasser nede i dalen. Målområdene er på forhånd nøye utpekt, slik at skytingen også kan foregå i usiktbart vær og i mørke. Som våpen benyttes 75 eller 105 mm kanoner (haubitsere). Selve skytingen utføres av militært personell, som gjennom vinteren er stasjonert ved SRAWS' hovedkvarter.

En oversikt over snømengder, antall skudd, veisperringer og skred ned på veien, samt samlet skredsnø på veibanen er gitt i tabell 3. Når det gjelder "Road closure hours & min." i samme tabell, viser tallene ikke bare sperringer i forbindelse med skyting og kunstig utløsning, men også sperringer forårsaket av skred som har gått på naturlig måte. Tas f.eks. vinteren 1971/72 med total sperring på 583 timer, skyldtes 241 timer "naturlige" skred, mens 342 timer av sperringstiden falt på skyting med eller uten skredutløsning.

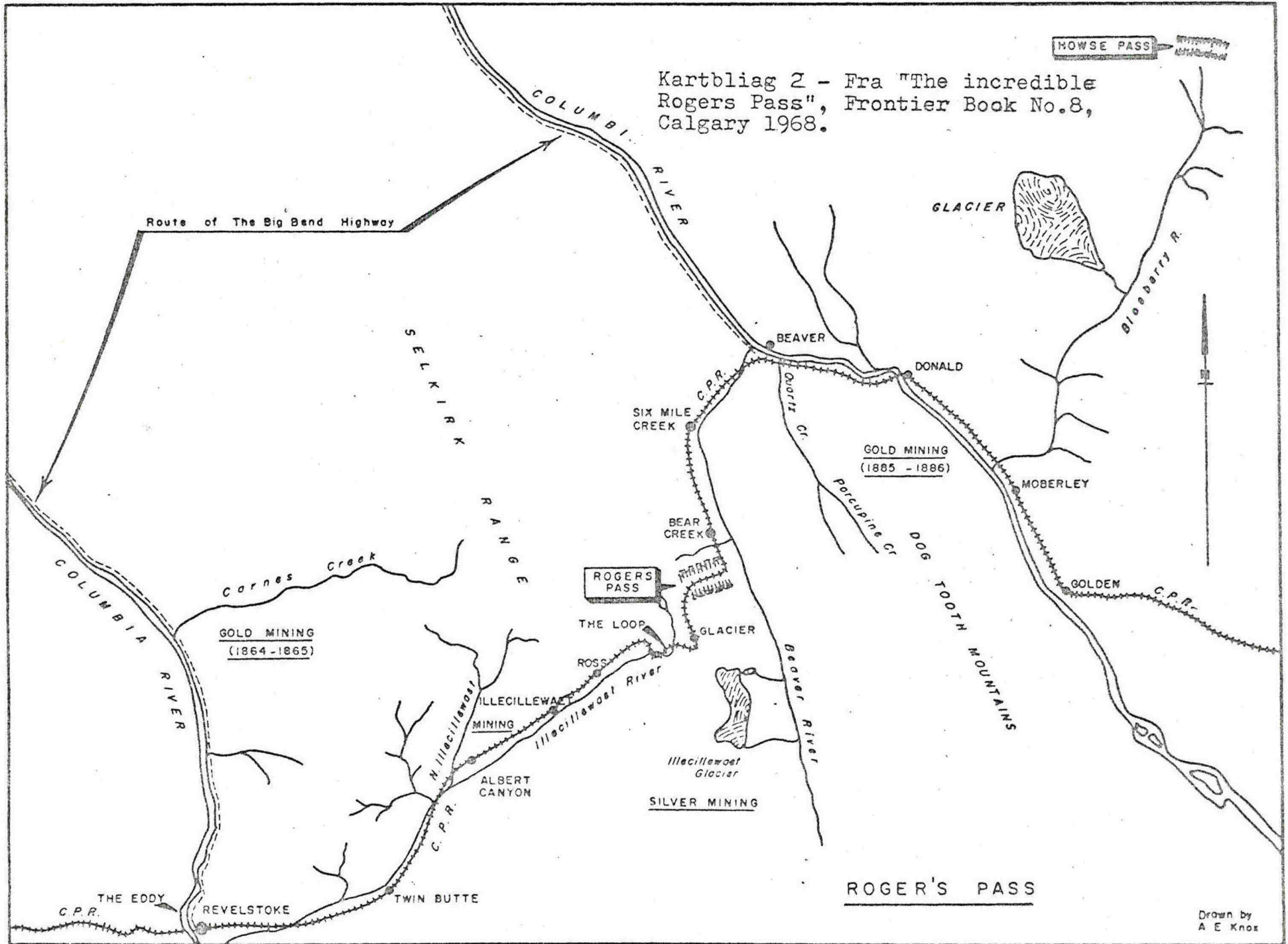
Tabellen viser også effektiviteten av overvåkingen og varslingen. Skred som er kommet ned på veien (effective avalanches) er her delt i to grupper, med avleiringer på veibanen på henholdsvis over og under 6 inches. I løpet av syv vintre er det bare 30 av tilsammen 633 skred som har gått utenom de perioder veien har vært stengt på grunn av skyting og kunstig utløsning eller ved at skredfare har vært varslet.

Ved nedskyting av skred vil det alltid være en viss fare for blindgjengere, avhengig av hvilken våpentype og ammunisjon som brukes, samt snøforholdene i målområdene og valg av målpunkt. I tabell 3 er innført de blindgjengere som har forekommet de siste syv vintre. Antallet er meget lavt, noe som bl. a. kan bero på at skuddene som regel plasseres noe ovenfor skredenes løsnedområder, hvor det er relativt lite snø.

I det hele tatt synes SRAWS' overvåkings- og skredvarslingstjeneste å virke meget bra. På grunnlag av observasjonene, spesielt på fjellstasjonene, gis det meget sikre varsler. Og ved å følge snødekkets utvikling innen de forskjellige observasjonsområder, kan det til enhver tid avgjøres når og hvor skyting bør foretas, slik at skredene kan tas ned under full kontroll uten fare for trafikken.



Kartbilag 1 - Utsnitt av
 blad 82 N Golden, 1:250000,
 Map Distribution Office, Dept.
 Mines and Technical Surveys,
 Ottawa 1966.

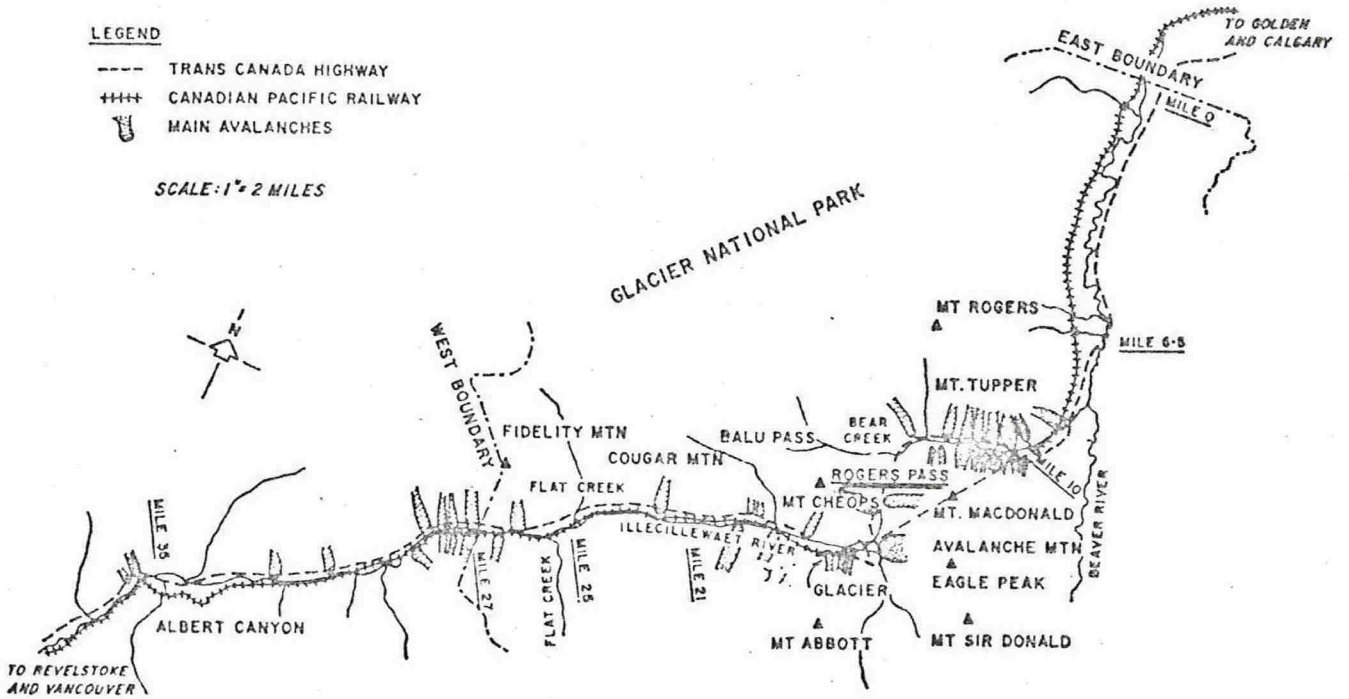


12/11/73

LEGEND

- TRANS CANADA HIGHWAY
- ++++ CANADIAN PACIFIC RAILWAY
- U MAIN AVALANCHES

SCALE: 1" = 2 MILES



GR 2/10-B

Kartbilag 3 - Fra P.A. Schaerer: Planning Avalanche Defence Works for The Trans-Canada Highway at Rogers Pass, B.C. - The Engineering Journal, Vol.45, No.3, March 1962.

5000 Overhead Crane Manufacturers, Grand Rapids, Michigan

Comparison of the average monthly mean temperatures for the winters 1960/61 to 1970/71 -----
and the monthly mean temperatures of the winter 1971/72 -----
measured at Rogers Pass, elevation 4300 feet.

Colour code : Red = mean max. temp.. Black = mean temp.. Blue = mean min. temp..

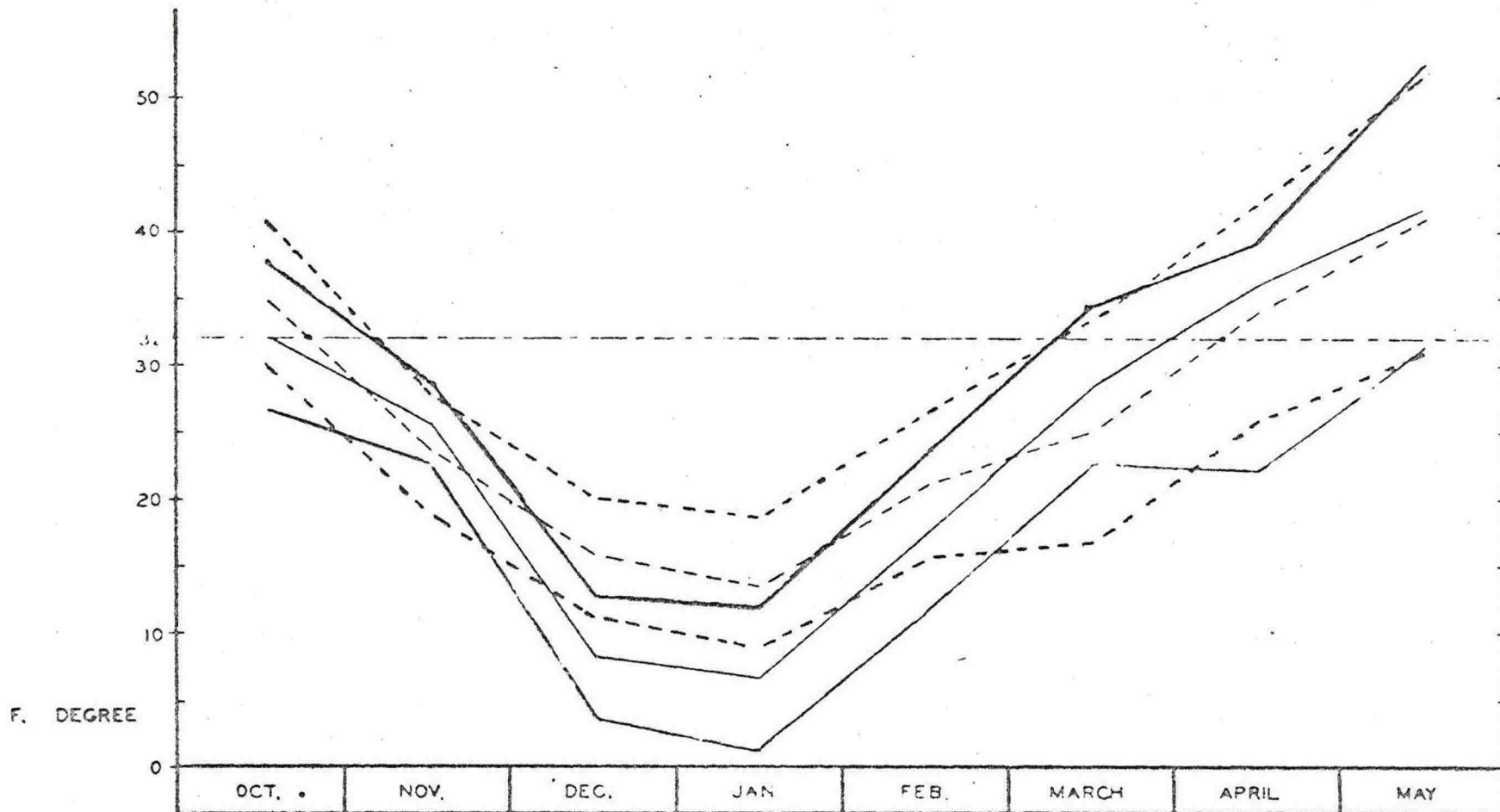


Fig. 1

Comparison of the average monthly mean temperatures for the winters 1960/61 to 1970/71 - - - -
and the monthly mean temperatures of the winter 1971/72 _____
measured at Mt. Fidelity, elevation 6200 feet.

Colour code : Red = mean max. temp.. Black = mean temp.. Blue = mean min. temp..

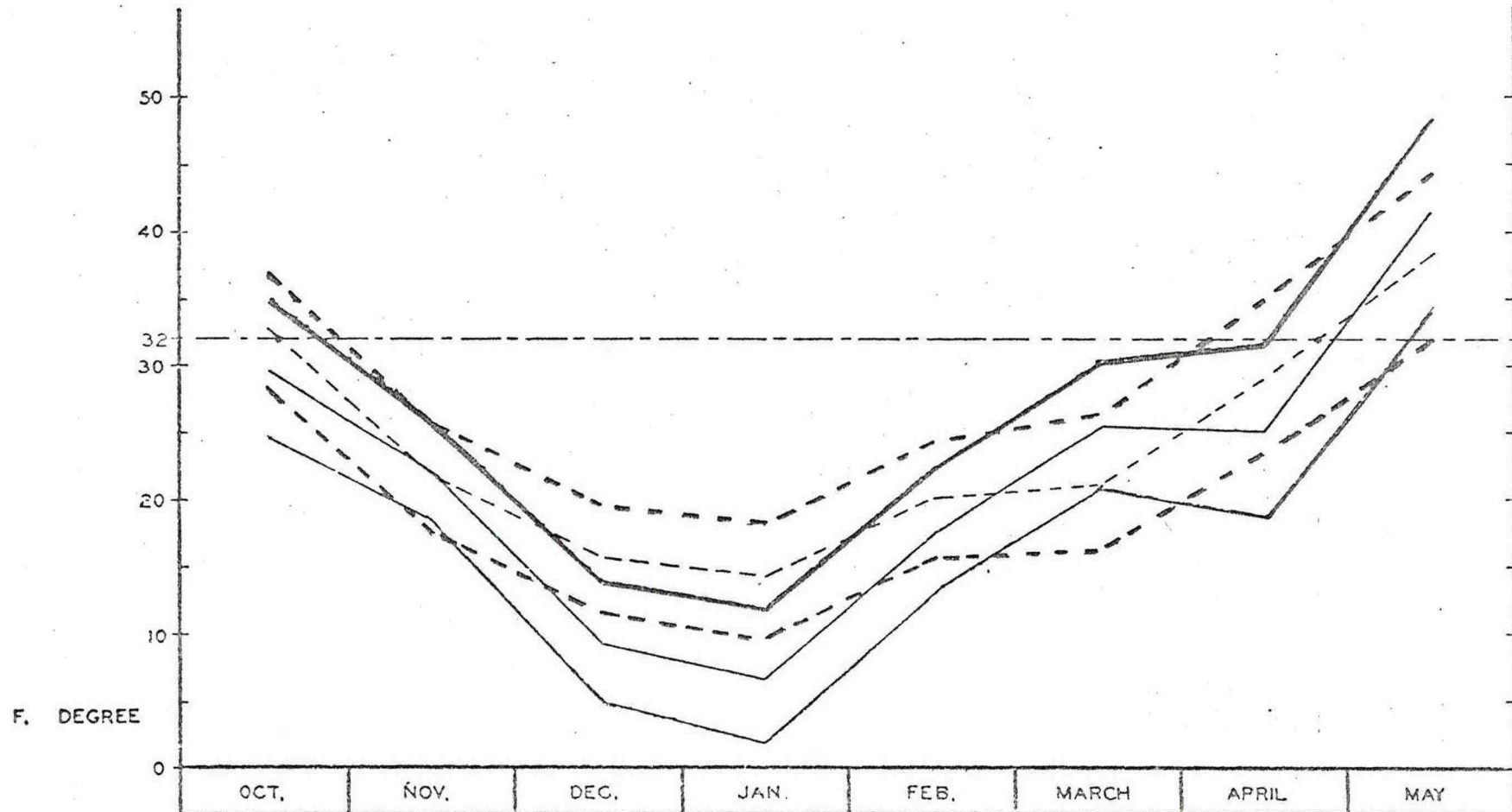


Fig. 2

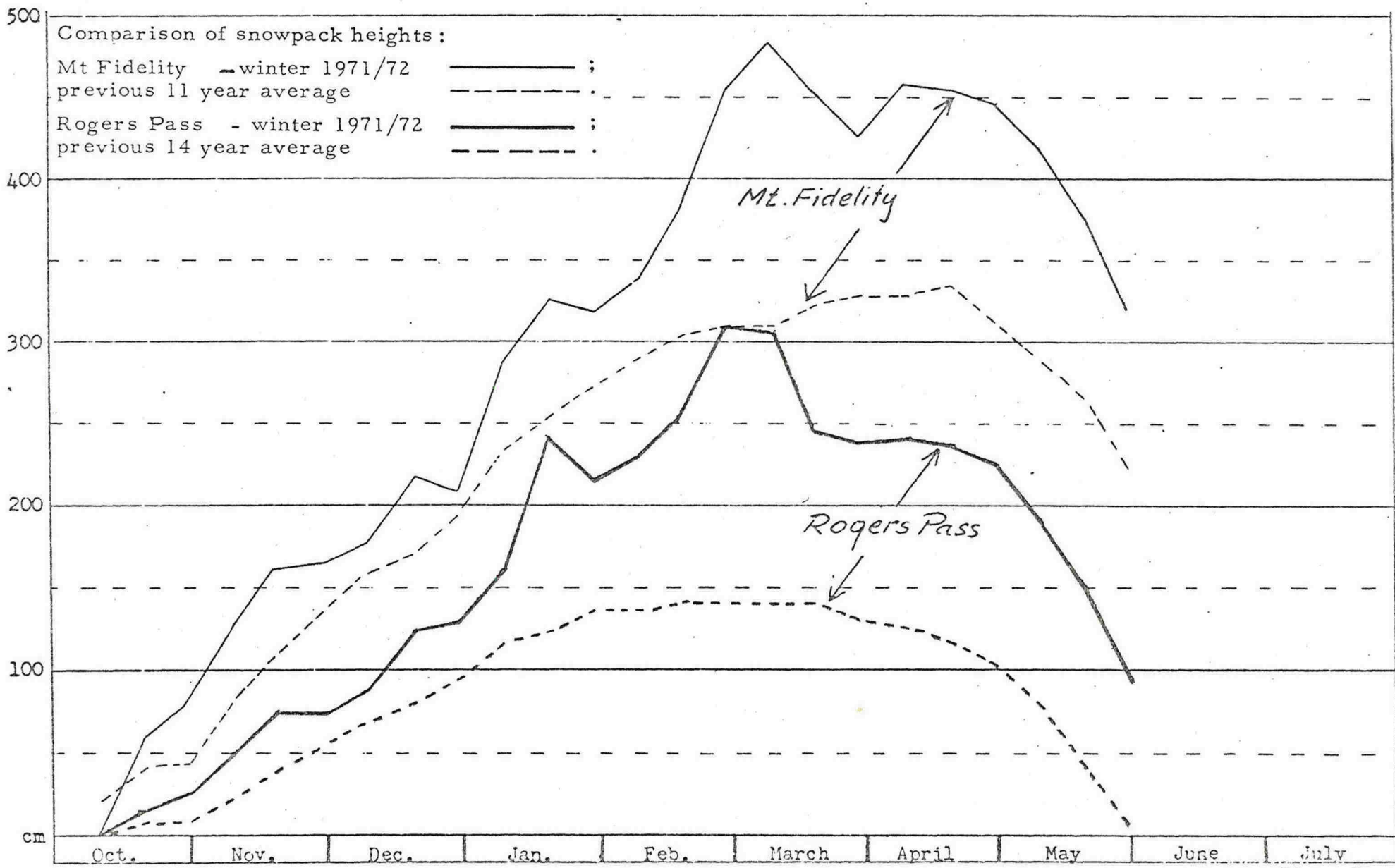


Fig. 3

12/11-73

5000 Overcast over mountains and Rogers Pass.

MAXIMUM SNOW DEPTHS AT ROGERS PASS AND MT. FIDELITY

WINTERS 1960/61 to 1971/72

	Rogers Pass			Mt. Fidelity		
	Max. snow depth		Date	Max. snow depth		Date
	inches	cm		inches	cm	
1960/61	81	205	3 - 3 - 61	147	373	14 - 4 - 61
1961/62	85	216	27 - 1 - 62	127	322	27 - 3 - 62
1962/63	67	216	1 - 3 - 63	119	303	31 - 1 - 63
1963/64	74	187	16 - 3 - 64	148	376	17 - 4 - 64
1964/65	84	213	13 - 2 - 65	141	358	28 - 2 - 65
1965/66	92	234	27 - 1 - 66	141	358	17 - 2 - 66
1966/67	104	263	23 - 3 - 67	189	480	23 - 2 - 67
1967/68	90	230	29 - 3 - 68	163	416	15 - 4 - 68
1968/69	82	209	16 - 3 - 69	124	316	18 - 3 - 69
1969/70	67	170	9 - 4 - 70	135	343	9 - 4 - 70
1970/71	96	243	30 - 3 - 71	160	407	29 - 3 - 71
1971/72	126	319	2 - 3 - 72	194	493	10 - 3 - 72

Tabell 1

Rogers Pass elevation 4300 feet.

Winter	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	April	May	Year
1961/62	22.5	72.0	86.5	80.5	15.0	38.0	21.5	7.0	343.0
1962/63	—	70.5	103.5	61.0	40.5	36.0	15.0	8.5	335.0
1963/64	—	89.0	56.0	107.0	55.5	64.0	25.5	4.0	401.0
1964/65	—	52.0	81.5	100.5	102.0	8.0	9.5	7.5	361.0
1965/66	6.0	54.5	98.5	135.0	81.5	52.0	29.5	6.0	463.0
1966/67	55.7	94.7	87.3	173.8	109.4	69.6	18.5	2.4	611.4
1967/68	53.2	42.1	86.8	81.6	37.3	52.8	32.5	2.0	388.3
1968/69	36.0	73.6	107.4	56.7	48.7	37.3	16.8	Tr.	376.5
1969/70	4.4	70.8	59.0	73.0	35.4	38.0	36.5	Tr.	317.1
1970/71	10.7	65.3	81.4	125.8	50.4	61.1	16.6	6.3	417.6
Total	188.5	684.5	847.9	994.9	575.7	456.8	221.9	437.0	4013.9
Mean HN.	18.9	68.5	84.8	99.5	57.6	45.7	22.2	4.4	401.4
1971/72	26.9	76.0	105.8	141.9	149.3	60.3	27.6	3.5	591.3

Monthly and yearly snowfalls - winters 1961/62 to 1970/71, the resulting averages and a comparison with the snowfall amounts of the winter 1971/72.

Mt. Fidelity elevation 6200 feet.

Winter	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	April	May	Year
1961/62	50.5	112.0	125.5	106.0	32.0	57.0	59.5	31.0	573.5
1962/63	33.5	120.5	152.5	79.5	82.5	82.0	37.5	28.5	616.5
1963/64	55.0	147.0	69.0	177.5	117.5	116.0	69.0	55.5	806.5
1964/65	43.0	90.0	91.0	131.0	138.5	15.0	34.0	20.0	562.5
1965/66	36.0	100.0	124.0	162.0	113.5	68.5	68.5	35.0	707.5
1966/67	83.9	117.8	120.4	226.5	155.9	102.9	26.4	12.6	846.4
1967/68	113.8	66.5	107.6	116.0	58.8	91.7	87.8	16.5	658.7
1968/69	86.5	111.1	113.3	58.6	67.8	57.8	48.5	14.3	557.9
1969/70	26.8	116.6	71.3	98.5	48.8	58.5	76.1	6.4	503.0
1970/71	40.4	89.6	118.6	158.6	80.5	98.4	33.3	15.4	634.8
Total	569.4	1071.1	1093.2	1314.2	895.8	747.8	540.6	235.2	6467.3
Mean HN.	56.9	107.1	109.3	131.4	89.6	74.8	54.1	23.5	646.7
1971/72	72.4	115.9	114.3	163.4	152.1	102.4	54.5	8.3	783.3

Monthly and yearly snowfalls - winters 1961/62 to 1970/71, the resulting averages and a comparison with the snowfall amounts of the winter 1971/72.

Data on snowfall, ammunition for stabilization, road closure, effective avalanches and quantity of deposited avalanche snow for the winters 1965/66 to inclusive 1971/72.

Snowfall, ammunition for stabilization and road closure:

	Snowfall inches	Ammunition 75mm & 105mm	Road closure hours & min.
1965/66	463	839 --- 11 ^{x)}	174:33
1966/67	611	1024 --- 11	232:21
1967/68	388	657 --- 13	114:17
1968/69	377	423 --- 2	97:15
1969/70	317	317 --- 11	54:58
1970/71	418	696 --- 13	107:36
1971/72	591	1850 --- 21	583:40
Total	3165	5806	1364:40
Average	452	830	194:36

x) Antall blindgjengere

Effective avalanches with 6 inches or more of deposit, the time of their occurrence and the amount of deposit:

	Occ. while TCH closed	Occ. while warning out	Occ. while no warning	Total eff. slides	Total deposit
1965/66	35	15	2	52	113,700 yds.
1966/67	25	35	2	62	101,000 yds.
1967/68	13	10	3	26	38,700 yds.
1968/69	13	10	1	24	41,600 yds.
1969/70	7	4	3	14	9,600 yds.
1970/71	15	3	-	18	43,700 yds.
1971/72	110	16	3	129	468,900 yds.
Total	218	93	14	325	817,200 yds.
Average	31	13	2	46	116,750 yds.

Effective avalanches with less than 6 inches of deposit:
(wind blast)

	Occ. while TCH closed	Occ. while warning out	Occ. while no warning	Total eff. slides
1965/66	23	2	2	27
1966/67	42	14	4	60
1967/68	33	3	-	36
1968/69	20	5	2	27
1969/70	14	3	1	18
1970/71	30	1	3	34
1971/72	94	8	4	106
Total	256	36	16	308
Average	37	5	2	44